

**Family list**2 family member for: **JP2001071094**

Derived from 1 application

**1 FILLER FOR LOST FOAM PATTERN MOLD****Inventor:** OHASHI AKIRA; I KOUJI; (+1)**Applicant:** YAMAKAWA SANGYO KK**EC:****IPC:** B22C1/00; B22C9/04; B22C1/00 (+3)**Publication info:** JP3330568B2 B2 - 2002-09-30**JP2001071094 A** - 2001-03-21

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-071094

(43)Date of publication of application : 21.03.2001

(51)Int.Cl.

B22C 9/04

B22C 1/00

(21)Application number : 11-269193

(71)Applicant : YAMAKAWA SANGYO KK

(22)Date of filing : 22.09.1999

(72)Inventor : OHASHI AKIRA

I KOUJI

HANDA KATSURO

(30)Priority

Priority number : 11187716

Priority date : 01.07.1999

Priority country : JP

(54) FILLER FOR LOST FOAM PATTERN MOLD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the structural defect caused by the expansion of a filler and to obtain the excellent dimensional precision by using the filler for a mold, consisting essentially of a forsterite or a protoenstatite or the mixture thereof obtained from molten slag of nickel ore slag and containing at least MgO and SiO<sub>2</sub> and having the spherical shape of not more than a specified granular shape coefficient.

SOLUTION: This filler for a lost foam pattern mold is composed of the molten slag having  $\leq 1.2$  granular shape coefficient and containing 1:2-2:1 wt. ratio of MgO and SiO<sub>2</sub>. The molten slag is desirably the one executing a blast granulating treatment. To the whole filler, it is desirable to contain by wt.% of 67-50 MgO and 33-50 SiO<sub>2</sub>, and for improving the refractoriness, it is desirable to add Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> so that MgO+SiO<sub>2</sub>:Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> becomes 90-80:10-20 by wt.%. Molten metal is poured into the pattern made of polystyrene, etc., which can be lost with the molten metal, to form a casting.

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]A filler for lost pattern molds being obtained from fusion slag of nickel-ores slag, using as the main ingredients forsterite which contains MgO and  $\text{SiO}_2$  at least, pro TOENSUTE tightness, or those mixtures, and having with a grain shape coefficient of 1.2 or less spherical shape.

[Claim 2]The filler according to claim 1 whose weight ratios of MgO and  $\text{SiO}_2$  are 1:2-2:1.

[Claim 3]The filler according to claim 1 or 2 in which both MgO,  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ , or they are added.

[Claim 4]A filler of any one statement of claim 1-3 obtained when a filler for lost pattern molds carries out \*\*\* processing of the fusion slag.

[Claim 5]The filler according to claim 4 in which a filler for lost pattern molds is obtained dry type or by carrying out wet grinding processing after \*\*\* processing in fusion slag.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the filler for lost pattern molds (a filler is only called hereafter). This invention relates to the filler which has very ideal description in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art]Although various methods are proposed as a cast preparation method, there is evaporative pattern casting called a full mold process.

[0003]This method molds the model of the casting (product) which asks for casting by resin like styrene foam, embeds this model into the filler in a molding flask, and under ordinary pressure or decompression (-50 - -200mmHg), It is the method of creating a casting by replacing with metal, vanishing a model by carrying out teeming of the fusion metal.

[0004]For the filler used for evaporative pattern casting, self-hardenability sand like natural silica sand is generally used, and organic caking additives, such as furan resin and phenol resin, and an inorganic caking additive like sodium silicate are added if needed. The caking additive has played the role which raises the shape retaining property of self-hardenability sand.

[0005]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]Here, since the natural silica sand generally used as a filler expanded by teeming of fusion metal, there was a limit in the dimensional accuracy of the casting obtained.

[0006]Restoration of the filler into a molding flask is performed vibrating a molding flask around the model arranged in a molding flask. It is necessary to fill up with a filler uniformly and firmly. However, since the grain shape was a polygon, mobility of natural silica sand was bad, and it was difficult to fill up the heights a level hole and under a model especially to a vibrating direction.

[0007]Since a grain shape was a polygon, natural silica sand also had the problem that breathability was not enough. When breathability was bad, the "soot" which cannot discharge promptly the gas produced in the relaxation time of a model to the exterior, but originates in gas as a result remained in the casting, and there was a possibility of becoming inferior goods. When casting as another problem, decompressing, and breathability was bad, the decompression degree needed to be made high more, but [ as a result ] the phenomenon (plug phenomenon) in which fusion metal flowed in between fillers arose, and there was a problem that a cast casting surface got chappy.

[0008]Since natural silica sand was a polygon when it sees from improvement of work environment and the viewpoint of loss in quantity of industrial waste that concern is high, there was a possibility that it may damage when generating and sand of a heat crack contact, and it might be generated by dust in recent years again, at the time of cast formation and the filler recovery after formation. As a result, work environment worsened, or recovering efficiency got worse by breakage, and there was a possibility that industrial waste might arise so much.

[0009]

[Means for Solving the Problem]According to this invention, it is obtained from fusion slag of nickel-ores slag in this way. Forsterite which contains MgO and SiO<sub>2</sub> at least, pro TOENSUTE tightness, or those mixtures are used as the main ingredients, and a filler having with a grain

shape coefficient of 1.2 or less spherical shape is provided.

[0010]

[Embodiment of the Invention]

[0011]The filler of this invention can fuse a natural nickel-ores stone with an electric furnace, and can be obtained from the fusion slag generated as by-products. The filler is using as the main ingredients the forsterite which contains  $\text{MgO}$  and  $\text{SiO}_2$  at least, pro TOENSUTE tightness, or those mixtures. Since the coefficient of thermal expansion is very low, this ingredient can form a high-precision casting. Since it is hard to produce a heat crack, that the filler itself is damaged can decrease and a recovery rate can be raised. As a result, it decreases the yield of industrial waste. The main ingredients mean 60 % of the weight or more preferably 50% of the weight or more.

[0012]Here, forsterite is expressed with  $2 \text{MgO-SiO}_2$  and, on the other hand, pro TOENSUTE tightness is expressed with  $\text{MgO-SiO}_2$ . Forsterite is about 1600 \*\* and, on the other hand, the pro TOENSUTE tightness is about 1450 \*\* in pyrometric cone equivalent. Therefore, it is preferred to use the fusion slag which uses forsterite as the main ingredients for cast like stainless steel at the metal which needs an elevated temperature.

[0013]However, if a  $\text{MgO}$  ingredient is added and the presentation of  $\text{MgO}$  and  $\text{SiO}_2$  is brought close to 2:1 (weight ratio) even when the obtained fusion slag uses pro TOENSUTE tightness as the main ingredients, the comparable pyrometric cone equivalent can be obtained.  $\text{MgO}$  is a gestalt of magnesia clinker, seawater magnesia, etc., for example, and can be added to the filler fused with the electric furnace etc.

[0014] $\text{MgO}$  more than twice the weight of  $\text{SiO}_2$  may be included in the filler as a whole. As for  $\text{MgO}$  of the whole filler, and the composition ratio of  $\text{SiO}_2$ , it is preferred that it is 67 to 50 % of the weight and 33 to 50% of the weight of a range. As ingredients other than  $\text{MgO}$  and  $\text{SiO}_2$ , the ingredients (for example,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ , etc.) mixed at the time of the ingredient of nickel-ores stone origin and/or scouring may be contained.

[0015]In order to raise the pyrometric cone equivalent,  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$  may be added independently. For example, when  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$  is added to the fusion slag which uses forsterite as the main ingredients, the pyrometric cone equivalent can be raised by about 100 \*\*. As for especially  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ , it is preferred to be contained in less than 20% of the weight of quantity in a filler. As for the content of  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ , it is more preferred that it is 10 to 20 % of the weight, and it is still more preferred that it is 10 to 15 % of the weight. Industrially as a raw material of  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ , fused alumina, sintered alumina, mullite, diamond SUBOA, bauxite, etc. are mentioned, since these raw materials contain  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$  at about 50 to 99.3% of the weight of an arbitrary rate — the above — adding to the fused filler is preferred, adjusting so that it may become the content of the desirable range. As for the presentation of the more concrete whole filler, it is preferred that sum total: $\text{aluminum}_2\text{O}_3$  of  $\text{MgO}$  and  $\text{SiO}_2$  is 90 to 80 % of the weight : 10 to 20 % of the weight.

[0016]The grain shape coefficient of a filler is 1.1 or less preferably 1.2 or less. In the case of 1.2 or less, a filling factor improves and the breathability of a mold improves. Generating of the dust at the time of recovery by contact between fillers can be prevented for the shape near a ball.

[0017]The above-mentioned grain shape coefficient means the value computed using the sand surface product measuring instrument (made in George Fisher). That is, a grain shape coefficient means the value which broke the surface area of the actual sand granules perg by theoretical surface area. Theoretical surface area means the surface area at the time of assuming that all sand granules are balls. Therefore, it expresses that it is the shape near a ball, so that a grain shape coefficient is [ one ] near.

[0018]As for the filler of this invention, it is preferred to have particle size distribution (30-850 micrometers and also 53-590 micrometers). Since a breathability fall is carried out when smaller

than 30 micrometers and the cast surface is ruined undesirably when larger than 850 micrometers, it is not desirable.

[0019] Here, the particle size distribution in this invention says the value measured according to the particle-size-analysis method (Z2601) of the molding sand of JIS. If the approximate account of this method is carried out, an 850-micrometer sieve will be piled up on the sieve whose nominal dimension of a sieve is 30 micrometers, for example. A raw material is carried on an 850-micrometer sieve, sieving machinery like a low tap type sieve machine is used, and what remained between two sieves is called the filler of 30-850 micrometers of particle size distribution.

[0020] The filler of this invention may contain the binder for holding the shape at the time of casting by request. However, since a binder has the operation which produces a soot defect by barring restoration of a filler and remaining at the time of cast, its fewest possible ones are preferred. Although it is different according to the kind of binder, specifically, 1.0 or less % of the weight of the thing done for quantity use to the filler whole quantity is preferred. As a binder, organic binders, such as phenol resin and furan resin, and an inorganic binder like sodium silicate are mentioned, for example. The publicly known hardening agent (for example, amine compounds, such as organic acid, such as oxalic acid, formic acid, and acetic acid, hexamethylenetetramine, and trimethylamine) may be contained in this binder.

[0021] It can obtain fusion slag by the ability of \*\*\*\* processing of the filler of this invention to be carried out. \*\*\*\* processing is processing which quenches slag and spheroidizes finely by the wind sent by Blois in a \*\*\*\* machine. This \*\*\*\* processing is not special and the atomizing method generally used as a method of manufacturing a glass bulb and a shot ball, for example can be used.

[0022] After the above-mentioned style \*\*\*\*\*, grinding processing may be performed further. The grinding processing can use each publicly known dry methods and wet process.

[0023] In a dry method, by raising a raw material within a device by a high-speed flow, and making it collide with a collision plate, Pneumatic scrubber devices, such as sand RIKUREMA which carries out grinding processing by friction with the shock between raw materials, A raw material is thrown in on the rotor which carries out a high velocity revolution, and the method using high-speed-stirring machines, such as an agitator mill which carries out grinding processing using friction a high velocity revolution scrubber device and between sand granules which carries out grinding processing by the collision which takes place between the projection sand produced with a centrifugal force and the falling injection sand, and friction, etc. is mentioned.

[0024] On the other hand, the method by grinding machines, such as a trough type which carries out grinding processing by friction between sand granules in the trough which rotated the shuttlecock, is mentioned to wet process. It is preferred to use wet process among these grinding processings. This is because sand smaller than the particle size of a request by grinding processing can be simultaneously removed by rinsing at the time of grinding processing. However, a filler comparable as wet process can be obtained by putting water washing equipment side by side also with a dry method.

[0025] The filler of this invention is used for evaporative pattern casting. When this method is explained briefly, it is as follows. First, the model of the shape which asks for casting with the material which may be vanished with fusion metal is produced, it is arranged in a molding flask, and a filler is thrown in, vibrating a molding flask. Then, it is the method of obtaining the casting of desired shape in replacing that position with fusion metal, vanishing a model by dropping and pushing up fusion metal or pouring in by horizontal cast.

[0026] As a material which may be vanished with fusion metal, polystyrene, poly methyl methacrylate, both copolymer, the foam of both mixture, etc. are mentioned, for example. The coat for maintaining the shape may be formed on the surface of the model. The material called ceramic shell in the field concerned can be used for a coat.

[0027] Next, although a filler is thrown in vibrating a molding flask, in the filler of this invention, the filling factor after vibration can be made more than  $1.7 \text{ g/cm}^3$  <sup>3</sup>. As compared with conventional natural silica sand being a  $1.6 \text{ g/cm}^3$  grade, it is a high value. According to a filling

factor being high, the surface of the casting obtained can be smoothed more. It is a measuring method based on JIS B 0651, and, more specifically, it is possible for surface roughness to be 14.0 micrometers or less.

[0028] Especially as fusion metal, it is not limited but fusion things, such as aluminum, iron, and stainless steel, are mentioned. Although a model disappears with this fusion metal, the gas which causes a soot defect in the case of disappearance is generated. In order to discharge this gas out of a molding flask, a filler is wanted to have predetermined breathability at the time of restoration. In this invention, the permeability of 1360 or more cc/min can be obtained by the measuring method based on JIS Z 2601. In natural silica sand, they are generally 800 or less cc/min. Pouring of fusion metal may be performed under ordinary temperature or decompression (-100 ~ -300mmHg).

[0029] After forming the casting of desired shape, a used filler can be easily reworked in this invention. The method in particular of reprocessing is not limited but each publicly known method can be used for it. The filler of this invention has a grain shape coefficient close to 1.2 or less and a ball, and since it consists of a specific crystal presentation containing MgO and SiO<sub>2</sub> and is hard to produce the breakage and the heat crack by contact of fillers, it can maintain the early characteristic. Therefore, reprocessing is easy. Even if it repeats 10 times casting and reprocessing, specifically, the result that a reuse can be carried out 99% of the weight or more has been obtained.

[0030]

[Example] Hereafter, the example of this invention is described. This invention is not limited to the following examples.

[0031] After drying an example of manufacture natural nickel-ores stone (from New Caledonia) with a dryer, the electric furnace scoured the mixture obtained by adding anthracite and limestone with the rotary kiln. By carrying out \*\*\*\* processing of the fusion slag produced in this nickel scouring process, the filler for lost pattern molds of this invention was obtained. The chemical composition of the obtained filler is shown in Table 1. The chemical composition of natural silica sand (from Mikawa) is also shown in Table 1 for comparison.

[0032]

[Table 1]

	化学組成 (重量%)					粒形係数
	SiO <sub>2</sub>	MgO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	
本発明	50.64	32.96	3.6	1.2	0.6	1.04
天然砂	98.07	0.21	0.38	1.31	0.3	1.38

[0033] The pyrometric cone equivalent of the filler of this invention was about 1450 \*\*.

[0034] Nature was filled up with the filler and natural silica sand of this invention, respectively in 150 mm of examples phix50-mm cylinder, and vibration of certain conditions was given to the cylinder after that. It asked for the filling factor by measuring the filler of this invention after vibration, and the height of natural silica sand. A result is shown in Table 2.

[0035]

[Table 2]

	充填率 (g/cm <sup>3</sup> )
本発明	1.71
天然砂	1.61

[0036] The filler of this invention was understood that a filling factor is very high from Table 2.

[0037] The caking additive which consists of phenol resin (KAO step: made by the Kao Quaker company) currently generally used to example 2 full mold process and organic ester (made by the Kao Quaker company) was mixed to the filler and natural silica sand of this invention. Mold strength (compressive strength) was investigated using these fillers. Measurement of mold strength measured the intensity after 24-hour neglect according to the JACT examining method. The addition of resin was fluctuated to 0.5 % of the weight, 0.7 % of the weight, and 1.0% of the

weight, and organic ester was used at 25% of the weight of a rate to resin. A result is shown in Table 3. Table 3 also showed the mold strength at the time of using natural silica sand and reproduction silica (reconditioned sand of natural silica sand from a full mold process) instead of the filler of this invention for comparison.

[0038]

[Table 3]

	鋳型強度 kg/cm <sup>2</sup>		
	樹脂 0.5 重量%	樹脂 0.7 重量%	樹脂 1.0 重量%
本発明	15	18	25
天然珪砂	6	8	12
再生珪砂	8	10	16

[0039]When for the filler of this invention to have mold strength larger than natural silica sand and reproduction silica, and to obtain the same mold strength from Table 3 was wished, it turned out that the addition of resin can be lessened. In the case of the full mold process, if mold strength is a 10 - 15 kg/cm<sup>2</sup> grade, specifically, it is said to be enough. If Table 3 is seen from this viewpoint, in reproduction silica, 0.7% of the weight of resin is required, but in the filler of this invention, the intensity beyond it is obtained at 0.5 % of the weight. The coefficient of thermal expansion at 1000 °C in case resin is 0.7 % of the weight was measured. Measurement of the coefficient of thermal expansion was measured using differential heat type expansion measuring apparatus (Rigaku TMA8140). A result is shown in Table 4.

[0040]

[Table 4]

	熱膨張率 (%)
本発明	0
天然珪砂	1.5
再生珪砂	1.2

[0041]It turned out that the mold with which a coefficient of thermal expansion is 0, and the filler of this invention carries out neither expansion nor contraction from Table 4 to silica having a coefficient of thermal expansion of 1.2-1.5 can be provided.

[0042]The casting surface of the product obtained by using the filler and natural silica sand of example 3 this invention for casting with a full mold process as follows was observed. Using the model made from 50cmx50cmx50cm styrene foam, this has been arranged in a molding flask, and it was filled up with the filler and natural silica sand of this invention, vibrating a molding flask. To the filler and natural silica sand of this invention, 25 % of the weight was added [ phenol resin ] for organic ester to 0.5 % of the weight and resin. The cast iron molten metal based on this mold JIS FC250 was cast at 1470 °C, it took out from the after [ cooling ] type, and the casting surface of the product surface was investigated. Evaluation of the casting surface was performed by the size of average surface roughness, and average surface roughness was performed based on JIS B 0651 using surface roughness measuring apparatus (Mitutoyo surfboard test 301). A result is shown in Table 5.

[0043]

[Table 5]

	平均表面粗さ (μm)
本発明	13.6
天然珪砂	22.6

[0044]From Table 5, the filler of this invention was understood that the surface roughness of a casting surface is smaller than natural silica sand, and a casting surface is good. The number of the soot defects (pinhole-like defect) of the range of 10cmx10cmx10cm of the surface of the upper part of the obtained product was measured. A result is shown in Table 6.

[0045]



[Table 6]

	欠陥の数 (個)
本発明	0
天然けい砂	7

[0046] Table 6 showed that a soot defect did not exist but the filler of this invention could make the surface state of a product more desirable. This is considered that the breathability of the mold evaluated by the following Examples 4 has affected.

[0047] In example 4 full mold process, if the gas emitted by disappearance of a model at the time of cast cannot be missed outside through a mold, the gas which remained in the mold becomes important [ the breathability of a mold ] in order to remain as a soot defect for a product. Below, the mold (50 mm phi x 50 mm) was formed using the filler and natural silica sand of this invention, and the permeability was measured based on JIS Z 2601. To the filler and natural silica sand of this invention, 0.7 % of the weight and organic ester were added for phenol resin by 25 % of the weight / resin. A result is shown in Table 7.

[0048]

[Table 7]

	透気度 (cc/min)
本発明	1300
天然けい砂	800

[0049] From Table 7, the mold which uses the filler of this invention had good breathability, and showed the permeability of about 1.5 times or more as compared with polygonal natural silica sand. Therefore, it turned out that the gas which remains in a mold can be reduced and a soot defect can be prevented as a result.

[0050] The filler is wanted to improve decline in the recovering efficiency by a chip and a crack of the filler at the time of generating of the dust by recovery and recovery, and generating of industrial waste in recent years [ example 5 ]. From these viewpoints, recovering efficiency was evaluated by the following methods about the filler and natural silica sand of this invention.

(1) The filler and natural silica sand of this invention were put into the grinder (table-top-type ball mill by an inlet company company), and the crushing rate when grinding for 20 minutes was repeated 3 times was measured (based on the JACT method). The crushing rate measured the particle size distribution before crushing, and the particle size distribution after crushing by the AFS standard, and expressed them in units of percentage of the particle size distribution after crushing to the particle size distribution before crushing. The crushing rate was measured about what was beforehand calcinated at 1000 \*\*, and the thing which is not calcinated. A result is shown in Table 8.

[0051]

[Table 8]

	破砕率 (%)	
	焼成無	焼成有
本発明	96.15	95.60
天然けい砂	79.86	74.13

[0052] From Table 8, the filler of this invention was understood that heat deterioration also has [ which has little crushing consumption ] it compared with natural silica sand. [ little ]

(2) It was filled up with 1000 kg of the filler and natural silica sand of this invention containing 0.5% of the weight of phenol resin, respectively, arranging the model which consists of 50cmx50cmx50cm styrene foam in a molding flask, and vibrating a molding flask. Subsequently, the cast iron molten metal based on JIS FC250 was cast at 1470 \*\*, and after-cooling products were taken out. then, the recovering machine (sand fresher by a \*\*\*\*\* material company) of marketing of the used filler and natural silica sand of this invention — through — it was again used for the mold. The above-mentioned process was repeated 10 times and the recovery rate

for every time was measured. A result is shown in Table 9.

[0053]

[Table 9]

	回収率 (%)				
	1回目	2回目	3回目	5回目	10回目
本発明	100	99.8	99.6	99.4	99.0
天然分砂	98.6	95.4	91.2	90.2	87.0

[0054] Even if the filler of this invention repeated casting 10 times, they could be collected from Table 9 99%, but 87% of natural silica sand has been collected. From the above-mentioned Example 5, the filler of this invention was understood that there is little dust at the time of recovery, recovering efficiency is good and generating of industrial waste also has it. [little]

[0055] Comparison with the filler of example 6 this invention and a commercial filler is performed as follows. The cera bead (made by an inside-and-outside ceramic company) which is mullite system ceramics was used for the commercial filler. This filler had a grain shape coefficient of 1.05, and 210-410-micrometer particle size distribution, mainly including the chemical entity of 61% of the weight of  $\text{aluminum}_2\text{O}_3$ , and 35% of the weight of  $\text{SiO}_2$ .

[0056] When the electron microscope photograph of the filler of this invention and a commercial filler was taken, the filler of this invention had the very smooth surface, but the unevenness with a commercial fine filler existed. It is thought that it is making into a cause to obtain a commercial filler to both difference being what is produced by the filler of this invention carrying out \*\*\*\* processing of the fusion thing of a raw material by carrying out spray dry processing of the raw material of a half-fusion state.

[0057] The quantity of residual resin at the time of repeating cast was measured as follows using the filler of this invention, and the commercial filler. First, the organic ester of 25% of the weight of quantity was added to 0.5 % of the weight of phenol resin, and phenol resin to each of the filler of this invention, and a commercial filler. It was filled up with 1000 kg of the above-mentioned fillers, respectively, arranging the model which consists of 50cmx50cmx50cm styrene foam in a molding flask, and vibrating a molding flask. Subsequently, the cast iron molten metal based on JIS FC250 was cast at 1470 \*\*, and after-cooling products were taken out. Then, it reproduced by rotor RIRIKUREMA (made by Japan Casting Co., Ltd.) of marketing of the used filler and natural silica sand of this invention, and was again used for the mold. The above-mentioned process was repeated 5 times and the amount of residual resin for every time was measured. A result is shown in Table 10. LOI% showed the amount of residual resin.

[0058]

[Table 10]

	残留樹脂量 (LOI%)					
	新砂	1回再生砂	2回再生砂	3回再生砂	4回再生砂	5回再生砂
本発明品	0.02	0.07	0.10	0.12	0.12	0.12
市販品	0.02	0.15	0.45	0.78	1.09	1.40

[0059] From Table 10, the filler of this invention was understood that there are few amounts of residual resin than a commercial filler. Since the filler of this invention has the surface very smoother than a commercial filler, this is for the resin which adhered to the filler after casting to peel easily at the time of reproduction, and for resin not to remain on the filler surface. On the other hand, the resin which adhered after casting since fine unevenness existed in the surface eats into unevenness, a commercial filler remains in the state where it pasted up, and since it is hard to separate at the time of reproduction, the amount of residual resin will increase. If the amount of residual resin increases, the intensity of the mold which comprises a reproduced filler will deteriorate, and when residual resin at the time of cast decomposes, the gas made to

generate a casting defect will be emitted. Next, the mold strength of the commercial filler was measured like Example 2. The result is combined with the mold strength of the filler of this invention, and is shown in Table 11.

[0060]

[Table 11]

	鋳型強度 Kg/cm <sup>2</sup>		
	樹脂 0.5 重量%	樹脂 0.7 重量%	樹脂 1.0 重量%
本発明	1.5	1.8	2.5
比較例	1.1	1.3	1.9

[0061]As for the filler of this invention, as compared with the commercial filler, big mold strength is obtained from Table 11 with the low resin amount. This is considered to be based on the surface of the filler of this invention being smooth.

[0062]

[Effect of the Invention]Since the filler for lost pattern molds of this invention is low dilatibility, the casting defect (veining and mold crack) resulting from expansion of a filler is prevented by the cast, and it can raise dimensional accuracy more. Since breathability is also good, when gas remains at the time of casting, a defect (soot defect) can be prevented. Since it is a globular form mostly and quantity of a binder can be lessened more, the collapsibility of the mold after being not only economical but casting is also good.

[0063]It is a globular form, and since it consists of a hard raw material and is not crushed at the time of recovery and reproduction, a recovery rate can also reduce the quantity of dust highly. Therefore, work environment can be improved, there is also little generating of industrial waste, and it is the filler which was adapted for the needs of the time and in which industrial value is very high.

---

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-71094

(P2001-71094A)

(43) 公開日 平成13年3月21日 (2001.3.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	ページコード (参考)
B 2 2 C	9/04	B 2 2 C	9/04
	1/00		1/00
			M 4 E 0 9 2
			A

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 7 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平11-289193</p> <p>(22) 出願日 平成11年9月22日 (1999.9.22)</p> <p>(31) 優先権主張番号 特願平11-187716</p> <p>(32) 優先日 平成11年7月1日 (1999.7.1)</p> <p>(33) 優先権主張国 日本 (J P)</p>	<p>(71) 出願人 39106233 山川産業株式会社 兵庫県尼崎市御園町24 尼崎第一生命ビル</p> <p>(72) 発明者 大橋 明 大阪府富田林市桜ヶ丘町13-40</p> <p>(72) 発明者 島 宏治 兵庫県神戸市西区学園西町7-3-729棟 404号</p> <p>(72) 発明者 半田 勝郎 京都府竹野郡網野町浅茂川1946</p> <p>(74) 代理人 100065248 弁理士 野河 信太郎</p> <p>Fターム (参考) 4E092 A004 A007 B008 B009 BA10 BA11 BA12 CA01 CA03</p>
--	---

(54) 【発明の名称】 消失模型鋳造用充填材

(57) 【要約】

【課題】 消失模型鋳造法に、極めて理想的な性状を有する充填材を提供することを課題とする。

【解決手段】 ニッケル鉍溶の熔融スラグから得られ、少なくともMgOとSiO<sub>2</sub>を含むフォルステライトもしくはプロトエンステタイト又はそれらの混合物を主成分とし、粒形係数1.2以下の球状の形状を有することを特徴とする消失模型鋳造用充填材により上記課題を解決する。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ニッケル鉍滓の熔融スラグから得られ、少なくとも $MgO$ と $SiO_2$ を含むフォスファイトもしくはプロトエンステタイト又はそれらの混合物を主成分とし、粒形係数1.2以下の球状の形状を有することを特徴とする消失模型鋳型用充填材。

【請求項2】  $MgO$ と $SiO_2$ の重量比が、1:2～2:1である請求項1に記載の充填材。

【請求項3】 更に $MgO$ 、 $Al_2O_3$ 又はそれら両方が添加されている請求項1又は2に記載の充填材。

【請求項4】 消失板型鋳型用充填材が、熔融スラグを風砕処理することにより得られる請求項1～3のいずれか1つに記載の充填材。

【請求項5】 消失板型鋳型用充填材が、熔融スラグを風砕処理後、乾式又は湿式磨砕処理することにより得られる請求項4に記載の充填材。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、消失模型鋳型用充填材（以下、単に充填材と称する）に関する。更に詳しくは、本発明は、極めて理想的な性状を有する充填材に関する。

## 【0002】

【従来の技術】鋳物の作成方法として種々の方法が提案されているが、その内、フルモールド法と称される消失模型鋳造法がある。

【0003】この方法は、鋳造を所望する鋳物（製品）の模型を発泡スチロールのような樹脂で造型し、この模型を鋳枠内の充填材中に埋め込み、常圧又は減圧（ $-50 \sim -200$  mmHg）下で、熔融金属を注湯することにより模型を消失させつつ金属で置換することにより鋳物を作成する方法である。

【0004】消失模型鋳造法に使用される充填材には、一般的には天然ケイ砂のような自硬化成砂が使用され、必要に応じてフラン樹脂、フェノール樹脂等の有機粘結材、ケイ酸ソーダのような無機粘結材が添加される。なお、粘結材は自硬化性砂の保型性を向上させる役割を果たしている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ここで、充填材として一般的に使用される天然ケイ砂は、熔融金属の注湯によって膨張するため、得られる鋳物の寸法精度には限界があった。

【0006】また、鋳枠内への充填材の充填は、鋳枠内に配置された模型の周辺に、鋳枠を振動させつつ行われる。充填材は、均一かつ強固に充填される必要がある。ところが、天然ケイ砂のような粒形が多角形であるため流動性が悪く、特に振動方向に対して、水平な孔及び模型下面の凸部に充填することが困難であった。

【0007】更に、天然ケイ砂は、粒形が多角形である

ため、通気性が十分でないという問題もあった。通気性が悪いと、模型の消失時に生じるガスを速やかに外部へ排出することができず、その結果、ガスに由来する“すず”が鋳物に残存し、不良品になってしまう恐れがあった。また別の問題として、減圧しつつ鋳造を行う場合、通気性が悪いとより減圧度を高くする必要があるが、その結果、充填材間に熔融金属が流れ込む現象（差し込み現象）が生じ、鋳物の筋目が荒れるという問題があった。

10 【0008】更にまた、近年、関心が高くなっている作業環境の改善及び産業廃棄物の減量の観点から見ると、天然ケイ砂は、多角形であるため、鋳物形成時及び形成後の充填材回収時に、熱クラックの発生や砂同士が接触することにより破損して粉塵が発生する恐れがあった。その結果、作業環境が悪くなった、破損により回収効率が悪化し、産業廃棄物が多量に生じる恐れがあった。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】かくして、本発明によれば、ニッケル鉍滓の熔融スラグから得られ、少なくとも $MgO$ と $SiO_2$ を含むフォスファイトもしくはプロトエンステタイト又はそれらの混合物を主成分とし、粒形係数1.2以下の球状の形状を有することを特徴とする充填材が提供される。

## 【0010】

## 【発明の実施の形態】

【0011】本発明の充填材は、天然のニッケル鉍石を電気炉で熔融させ、副産物として発生した熔融スラグから得ることができる。充填材は、少なくとも $MgO$ と $SiO_2$ を含むフォスファイトもしくはプロトエンステタイト又はそれらの混合物を主成分としている。この成分は、熱膨張率が極めて低いため、精度の高い鋳物を形成することができる。また、熱クラックを生じにくいので、充填材自体が破損することが少なくなり、回収率を向上させることができる。その結果、産業廃棄物の発生量を減少させられる。なお、主成分とは、50重量%以上、好ましくは60重量%以上を意味している。

【0012】ここで、フォスファイトは $2MgO \cdot SiO_2$ で表され、一方プロトエンステタイトは $MgO \cdot SiO_2$ で表される。更に、フォスファイトは1600℃程度であり、一方プロトエンステタイトは耐火度が1450℃程度である。そのため、ステンレスのような鋳込みに高温が必要な金属には、フォスファイトを主成分とする熔融スラグを使用することが好ましい。

【0013】しかしながら、得られた熔融スラグがプロトエンステタイトを主成分とする場合でも、 $MgO$ 成分を添加して $MgO$ と $SiO_2$ の組成を2:1（重量比）に近づければ、同程度の耐火度を得ることができる。MgOは、例えばマグネシアクリンカー、海水マグネシア等の形態で、電気炉等により熔融した充填材に添加することができる。

【0014】なお、充填材は、全体として、 $\text{SiO}_2$  の2倍以上の重量の $\text{MgO}$ を含んでいてもよい。充填材全体の $\text{MgO}$ と $\text{SiO}_2$ の組成比は、67～50重量%と33～50重量%の範囲であることが好ましい。 $\text{MgO}$ と $\text{SiO}_2$ 以外の成分として、ニッケル鉱石由来の成分及び/又は精錬時に混入する成分(例えば、 $\text{FeO}$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO}$ 等)が含まれていてもよい。

【0015】更に、耐火度を上げるために、別に $\text{Al}_2\text{O}_3$ を加えてもよい。例えば、フォーステライトを主成分とする熔融スラグに $\text{Al}_2\text{O}_3$ を加えた場合、耐火度は100℃程度向上させることができる。特に、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は充填材中に20重量%未満の量で含まれていることが好ましい。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の含有量は、10～20重量%であることがより好ましく、10～15重量%であることが更に好ましい。 $\text{Al}_2\text{O}_3$ の原料としては、工業的には、電融アルミナ、焼結アルミナ、ムライト、ダイアスポア、ボーキサイト等が挙げられる。これら原料は、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を約50～99.3重量%の任意の割合で含むため、上記好ましい範囲の含有量になるように調整しつつ、溶融した充填材に添加することが好ましい。より具体的な充填材全体の組成は、 $\text{MgO}$ と $\text{SiO}_2$ の合計： $\text{Al}_2\text{O}_3$ が、90～80重量%：10～20重量%であることが好ましい。

【0016】また、充填材の粒形係数は1.2以下、好ましくは1.1以下である。1.2以下の場合、充填率が向上し、鑄型の通気性が向上する。更に、球に近い形状のため、充填材相互の接触による、回収時の粉塵の発生を防ぐことができる。

【0017】なお、上記粒形係数は、砂表面積測定器(ジョージ・フィッシャー社製)を用いて算出した値を意味する。すなわち、粒形係数とは1g当たりの実際の砂粒の表面積を理論表面積で割った値を意味する。理論表面積とは、砂粒がすべて球であると仮定した場合の表面積をいう。従って、粒形係数が1に近いほど球に近い形状であることを表している。

【0018】本発明の充填材は、30～850 $\mu\text{m}$ 、更には53～590 $\mu\text{m}$ の粒度分布を有していることが好ましい。30 $\mu\text{m}$ より小さい場合は通気性低下するので好ましくなく、850 $\mu\text{m}$ より大きい場合は鑄物の表面が荒れるため好ましくない。

【0019】ここで、本発明における粒度分布は、JISの鑄物砂の粒度試験方法(Z2601)に準じて測定した値をいう。この方法を概略説明すると、例えば、ふるいの呼び寸法が30 $\mu\text{m}$ のふるいの上に850 $\mu\text{m}$ のふるいを重ね、850 $\mu\text{m}$ のふるいの上に原料を載せ、ロータリ型ふるい機のようなふるい分け機械を使用し、2つのふるい間に残ったものを、粒度分布30～850 $\mu\text{m}$ の充填材と称する。

【0020】更に、本発明の充填材は、所望により、鑄造時の形状を保持するための粘結剤を含んでいてもよ

い。但し、粘結剤は、充填材の充填を妨げ、かつ鑄込み時に残存することによりすず陥を生じる作用を有するので、できるだけ少ない方が好ましい。具体的には、粘結剤の種類により相違するが、充填材全量に対して、

1. 0重量%以下の量使用することが好ましい。なお、粘結剤としては、例えばフェノール樹脂、フラン樹脂等の有機粘結剤、ケイ酸ソーダのような無機粘結剤が挙げられる。また、この粘結剤には、公知の硬化剤(例えば、酸、窒素、酢酸等の有機酸、ヘキサメチレンテトラミン、トリメチルアミン等のアミン化合物)が含まれていてもよい。

【0021】本発明の充填材は、熔融スラグを風砕処理して得ることができる。風砕処理とは、風砕機の中で、ブローにより送られた風によってスラグを急激に細かく球状化する処理である。この風砕処理は、特別なものではなく、例えば、ガラス球、ショット球を製造する方法として一般的に用いられているアトマイズ法を利用することができる。

【0022】上記風砕処理後に、更に磨砕処理を施してもよい。磨砕処理は、公知の乾式法及び湿式法をいずれも使用することができる。

【0023】乾式法には、原料を高速気流により装置内で上昇させ、衝突板に衝突させることによって、原料相互の衝撃と摩擦によって磨砕処理するサンドリクレーマ等のニューマチックスクラバー装置、高速回転するローター上に原料を投入し、遠心力で生じる投砂と落下する投入砂との間で起こる衝突と摩擦によって磨砕処理する高速回転スクラバー装置、球同士との摩擦を利用して磨砕処理するアジテーターミル等の高速撹拌機等を用いた方法が挙げられる。

【0024】一方、湿式法には、羽根を回転させたトラフ内の砂粒相互の摩擦によって磨砕処理するトラフ式等の磨砕機による方法が挙げられる。これら磨砕処理の内、湿式法を使用することが好ましい。これは磨砕処理によって所望の粒度より小さい砂を、磨砕処理時の水洗によって同時に取り除くことができるからである。しかしながら、乾式法では、水洗装置を併設することにより湿式法と同程度の充填材を得ることができる。

【0025】本発明の充填材は、消失模型鑄造法に使用される。この方法は、簡単に説明すると、次のようになる。まず、熔融金属により消失させる材料で鑄造を所望する形状の模型を作製し、それを鑄枠内に配置し、鑄枠を振動させて充填材を投入する。この後、熔融金属を落し込み、押し上げ又は横断込みにより注入することにより、模型を消失させつつ、その位置を熔融金属で置換することで所望形状の鑄物を得る方法である。

【0026】熔融金属で消失させる材料としては、例えば、ポリスチレン、ポリメタクリル酸メチル、両者の共重合体、両者の混合物の発泡体等が挙げられる。模型の表面には、その形状を維持するための塗層が形成され

ていてもよい。塗膜は、当該分野でセラミックシェルと称される材料を使用することができる。

【0027】次に、鋳铸を運動させつつ充填材が投入されるが、本発明の充填材では、振動後の充填率は $1.7 \text{ g/cm}^3$ 以上とすることができる。従来の天然ケイ砂が $1.6 \text{ g/cm}^3$ 程度であることと比較すると高い値である。充填率が高いことにより、得られる鋳物の表面をより滑らかにすることができる。より具体的には、JIS B 0651に準拠した測定法で、表面粗さを $14.0 \mu\text{m}$ 以下とすることが可能である。

【0028】更に、熔融金属としては、特に限定されず、アルミニウム、鉄、ステンレス等の熔融物が挙げられる。この熔融金属により模型が消失するが、消失の際にすず欠陥の原因となるガスを発生する。このガスを鋳铸外に排出するために、充填材は充満時に所定の通気性を有することが望まれる。本発明では、JIS Z 2601に準拠する測定法で、 $1360 \text{ cc/min}$ 以上の通気度を得ることができる。なお、天然ケイ砂では、一般的に $800 \text{ cc/min}$ 以下である。また、熔融金属の注入は、常温下又は減圧下（ $-100 \sim -300 \text{ mmHg}$ ）で行ってもよい。

【0029】所望の形状の鋳物を形成した後、使用済みの充填材は、本発明においては容易に再処理することが\*

	化学組成 (重量%)					粒形係数
	$\text{SiO}_2$	$\text{MgO}$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{CaO}$	
本発明	80.64	32.36	3.5	1.2	0.6	1.04
天然ケイ砂	98.07	0.21	0.38	1.31	0.3	1.38

【0033】なお、本発明の充填材の耐火度は約 $1450^\circ\text{C}$ であった。

【0034】実施例1

$50 \text{ mm} \phi \times 50 \text{ mm}$ の円筒内に本発明の充填材と天然ケイ砂をそれぞれ自然に充填し、その後円筒に一定の条件の振動を与えた。振動後の本発明の充填材と天然ケイ砂の高さを測定することにより、充填率を求めた。結果を表2に示す。

【0035】

【表2】

	充填率 ( $\text{g/cm}^3$ )
本発明	1.71
天然ケイ砂	1.61

【0036】表2から本発明の充填材は、極めて充填率が高いことが分かった。

※

	鋳型強度 $\text{kg/cm}^2$		
	樹脂 0.5 重量%	樹脂 0.7 重量%	樹脂 1.0 重量%
本発明	15	18	25
天然ケイ砂	6	8	12
再生ケイ砂	8	10	16

\* できる。再処理の方法は、特に限定されず、公知の方法をいずれも使用することができる。本発明の充填材は、粒形係数が1.2以下と家に近く、 $\text{MgO}$ 及び $\text{SiO}_2$ を含む特定の結晶組成からなるため充填材同士の接触による破損や熱クランクが生じ難いので、初期の特性を維持することができる。従って、再処理が容易である。具体的には、10回鋳造・再処理を繰り返しても、99重量%以上再使用することができるという結果を得ている。

10 【0030】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。なお、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0031】製造例

天然ニッケル鉱石（ニューカレドニア産）を乾燥機で乾燥させた後、ロータリーキルンで無煙炭及び石灰石を添加し、得られた混合物を電気炉で精錬した。このニッケル精錬工程で生じる熔融スラグを風砕処理することにより、本発明の消失模型用充填材を得た。得られた充填材の化学組成を表1に示す。なお、表1には、比較のために天然ケイ砂（三河産）の化学組成も示している。

20 【0032】

【表1】

※ 【0037】実施例2

30 フルモールド法に一般的に使用されているフェノール樹脂（カオーステップ：花王ケエカー社製）と有機エステル（花王ケエカー社製）からなる粘結材を、本発明の充填材と天然ケイ砂に混合した。これらの充填材を用いて、鋳型強度（圧縮強度）を調べた。鋳型強度の測定は、JACT試験法に準じて24時間放置後の強度を測定した。なお、樹脂の添加量を、0.5重量%、0.7重量%及び1.0重量%に変動させ、有機エステルを樹脂に対し2.5重量%の割合で使用した。結果を表3に示す。表3では、比較のために、本発明の充填材の代わりに、天然ケイ砂及び再生ケイ砂（フルモールド法からの天然ケイ砂の再生砂）を使用した場合の鋳型強度も示した。

40 【0038】

【表3】

【0039】表3から、本発明の充填材は、天然ケイ砂及び再生ケイ砂より鋳型強度が大きく、同一の鋳型強度を得ることを所望する場合、樹脂の添加量を少なくできることが分かった。具体的には、フルモールド法の場合、鋳型強度は $10 \sim 15 \text{ Kg/cm}^2$ 程度であれば十分であると言われている。この観点から表3を見ると、再生ケイ砂では0.7重量%の樹脂が必要であるが、本発明の充填材では0.5重量%でそれ以上の強度が得られている。また、樹脂が0.7重量%の場合の $1000^\circ\text{C}$ における熱膨張率を測定した。熱膨張率の測定は、示差熱膨張測定機（リガク社製TMA8140）を用いて測定した。結果を表4に示す。

【0040】

【表4】

	熱膨張率 (%)
本発明	0
天然ケイ砂	1.6
再生ケイ砂	1.2

【0041】表4から、ケイ砂が1.2~1.5の熱膨張率を有しているのに対して、本発明の充填材は熱膨張率が0であり、膨張も収縮もしない鋳型を提供できることが分かった。

【0042】実施例3

本発明の充填材及び天然ケイ砂を以下のようにフルモールド法での鋳造に使用し、得られた製品の鋳肌を観察した。50cm×50cm×50cmの発泡スチロール製の模型を用い、これを鋳枠内に配置し、本発明の充填材及び天然ケイ砂を、鋳枠を振動させつつ充填した。なお、本発明の充填材及び天然ケイ砂には、フェノール樹脂を0.5重量%と樹脂に対して有機エステルを2.5重量%とを添加した。この鋳型にJIS規格FC250に準拠する鋳鉄熔湯を $1470^\circ\text{C}$ で鋳込み、冷却後型から取り出して製品表面の鋳肌を観た。鋳肌の評価は、平均表面粗さの大小で行い、平均表面粗さは、表面粗さ測定機（ミツトヨ製サフテスト301）を用いJIS B 0651に準拠して行った。結果を表5に示す。

【0043】

【表5】

	平均表面粗さ ( $\mu\text{m}$ )
本発明	13.6
天然ケイ砂	22.6

【0044】表5から、本発明の充填材は、天然ケイ砂より鋳肌の表面粗さが小さく、鋳肌が良好であることが分かった。更に、得られた製品の上部の表面の $10\text{cm} \times 10\text{cm} \times 10\text{cm}$ の範囲のすず欠陥（ピンホール状の欠陥）の数を測定した。結果を表6に示す。

【0045】

【表6】

	欠陥の数 (個)
本発明	0
天然ケイ砂	7

【0046】表6から、本発明の充填材は、すず欠陥が存在せず、製品の表面状態をより好ましくすることができる。これは、以下の実施例4で評価する鋳型の通気性が影響しているものと考えられる。

【0047】実施例4

フルモールド法では、鋳込み時に模型の消失により発生するガスを鋳型を通じて外部に逃がすことができれば、鋳型に残存したガスは製品にすず欠陥として残留するため、鋳型の通気性が重要となる。以下では、本発明の充填材及び天然ケイ砂を使用して鋳型（50mmφ×50mm）を形成し、その通気性をJIS Z 2601に準拠して測定した。なお、本発明の充填材及び天然ケイ砂には、フェノール樹脂を0.7重量%と有機エステルを2.5重量%／樹脂に添加した。結果を表7に示す。

【0048】

【表7】

	通気度 ( $\text{cc/min}$ )
本発明	1800
天然ケイ砂	800

【0049】表7から、本発明の充填材を使用した鋳型は、通気性がよく、多角形の天然ケイ砂と比較して、約1.5倍以上の通気度を示した。従って、鋳型に残存するガスを減らすことができ、その結果すず欠陥を防止できることが分かった。

【0050】実施例5

近年、充填材は、回収による粉塵の発生、回収時の充填材の欠け及び割れによる回収効率の低下、産業廃棄物の発生を改善することが望まれている。これら観点から、本発明の充填材及び天然ケイ砂について以下の方法により回収効率を評価した。

(1) 粉砕機（入江商会社製上型ボールミル）に本発明の充填材及び天然ケイ砂を入れ、20分間の粉砕を3回繰り返したときの破砕率を測定した（JACT法に準拠）。破砕率は、破砕前の粒度分布と破砕後の粒度分布をAFS規格で測定し、破砕前の粒度分布に対する破砕後の粒度分布の百分率で表した。更に、予め $1000^\circ\text{C}$ で焼成したものも、焼成しないものについて破砕率を測定した。結果を表8に示す。

【0051】

【表8】

	破砕率 (%)	
	焼成前	焼成後
本発明	96.15	95.60
天然ケイ砂	79.86	74.13



【0052】表8から、本発明の充填材は、天然ケイ砂と比べて、破砕消耗が少なく、熟劣化も少ないことが分かった。

(2) 50cm×50cm×50cmの発泡スチロールからなる模型を鑄枠内に配置し、鑄枠を振動させつつ、0.5重量%のフェノール樹脂を含む本発明の充填材及び天然ケイ砂を、それぞれ1000Kg充填した。次いで、JIS規格FC250に準拠した鑄鉄熔湯を147\*

\* 0℃で鑄込み、冷却後製品を取り出した。この後、使用済みの本発明の充填材及び天然ケイ砂を市販の回収機

(近畿鑄材社製サンドフレッシャー)を通し、再度鑄型に使用した。上記工程を10回繰返し、各回の回収率を測定した。結果を表9に示す。

【0053】

【表9】

	回収率(%)				
	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目
本発明	100	99.8	99.6	99.4	99.0
天然ケイ砂	98.6	96.4	91.2	90.2	87.0

【0054】表9から、本発明の充填材は、10回繰返しを繰り返しても、99%回収することができるが、天然ケイ砂は87%しか回収できなかった。また実施例5から、本発明の充填材は、回収時の粉塵が少なく、回収効率が良いので、産業廃棄物の発生も少ないことが分かった。

【0055】実施例6

本発明の充填材と市販の充填材との比較を以下のように行う。市販の充填材には、ムライト系セラミックスであるセラピーズ(内外セラミックス社製)を使用した。この充填材は、61重量%の $Al_2O_3$ と35重量%の $SiO_2$ の化学成分を主として含み、1.05の粒形係数、210~410 $\mu m$ の粒度分布を有していた。

【0056】本発明の充填材と市販の充填材の電子顕微鏡写真を撮影したところ本発明の充填材は表面が極めて滑らかであるが、市販の充填材は細かい凹凸が存在していた。両者の差は、本発明の充填材が原料の熔融物を風砕処理して得られるものであるのに対し、市販の充填材は半熔融状態の原料をスプレードライ処理することによ

※り得られることを原因としていと考えられる。

【0057】更に、本発明の充填材と市販の充填材を用いて、鑄込みを繰り返した場合の残留樹脂の量を以下のように測定した。まず、本発明の充填材と市販の充填材のそれぞれにフェノール樹脂0.5重量%とフェノール樹脂に対して2.5重量%の量の有機エステルを添加した。50cm×50cm×50cmの発泡スチロールからなる模型を鑄枠内に配置し、鑄枠を振動させつつ、上記充填材を、それぞれ1000Kg充填した。次いで、JIS規格FC250に準拠した鑄鉄熔湯を1470℃で鑄込み、冷却後製品を取り出した。この後、使用済みの本発明の充填材及び天然ケイ砂を市販のロータリーリクレーマー(日本鑄造社製)で再生し、再度鑄型に使用した。上記工程を5回繰返し、各回の残留樹脂量を測定した。結果を表10に示す。なお、残留樹脂量はLOI%で示した。

【0058】

【表10】

	残留樹脂量(LOI%)				
	新砂	1回再生砂	2回再生砂	3回再生砂	4回再生砂
本発明品	0.02	0.07	0.10	0.12	0.12
市販品	0.02	0.15	0.45	0.78	1.09

【0059】表10から、本発明の充填材は市販の充填材より残留樹脂量が少ないことが分かった。これは、本発明の充填材が、市販の充填材より表面が極めて滑らかであるから、鑄込み後に充填材に付着した樹脂が再生時に容易にはがれ、充填材表面に樹脂が残留しないためである。一方、市販の充填材は、表面に細かい凹凸が存在するため、鑄込み後に付着した樹脂が凹凸に食い込み、接着した状態で残存し、再生時に剥がれ難いため残留樹脂量が増加することとなる。なお、残留樹脂量が増加

すると、再生された充填材から構成される鑄型の強度が劣化すると共に、鑄込み時の残留樹脂が分解することにより鑄造欠陥を発生させるガスが発生することとなる。次に、実施例2と同様にして、市販の充填材の鑄型強度を測定した。その結果を、本発明の充填材の鑄型強度と併せて表11に示す。

【0060】

【表11】

11

12

	鋳型強度 $\text{kg/cm}^2$		
	樹脂 0.5 重量%	樹脂 0.7 重量%	樹脂 1.0 重量%
本発明	15	18	25
比較例	11	13	19

【0061】表11から、本発明の充填材は、市販の充填材と比較して、低樹脂量で大きな鋳型強度が得られている。これは、本発明の充填材の表面が滑らかであることに基づいていると考えられる。

【0062】

【発明の効果】本発明の消失模型鋳型用充填材は、低膨張性であるため、鋳造品に充填材の膨張に起因する鋳造欠陥（バーニングや鋳型割れ）が防止され、寸法精度をより高めることができる。また、通気性も良好であるため、鋳造時にガスが残存することにより欠陥（すず欠

陥）を防止することができる。更に、ほぼ球形であることから、粘着剤の量をより少なくすることができるので、経済的であるだけでなく、鋳込み後の型の崩壊性も良好である。

10

【0063】また、球形でありかつ硬い原料からなるため、回収及び再生時に破砕されないため、回収率が高くかつ粉塵の量も低減することができる。従って、作業環境を改善することができ、産業廃棄物の発生も少なく、時代のニーズに応じた、工業的価値のきわめて高い充填材である。